

**“SIFAT MEKANIK DAN KARAKTERISTIK MATERIAL  
BIOKOMPOSIT *BOVINE* HIDROKSIAPATIT (BHA)/AMPAS  
KOPI/*SHELLAC*”**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**ABU DZAR AL-GHIFARI**  
**NIM: I14142001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2017**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK  
**PROGRAM STUDI S1 TRANSFER TEKNIK MESIN**

Jl Ir Sutarni No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR  
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Transfer Teknik Mesin**

Nomor : **0783/TA/S1/01/2017**

Nama : **ABU DZAR AL-GHIFARI**  
NIM : **114142001**  
Bidang : **Ilmu Bahan**  
Pembimbing 1 : **DR. JOKO TRIYONO, ST, MT/196906251997021001**  
Pembimbing 2 : **DR. ABU MASYKUR, SSi MSI/197104261997021001**  
Penguji : **1. Dr. EKO SUROJO., ST,MT/ 196904112000031006**  
**2. DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT/ 197003231998021001**  
**3. HERU SUKANTO, ST,MT/ 197207311997021001**

Mata Kuliah Pendukung

1. **Teknik Pembentukan(MS05033-15)**
2. **Teknologi dan Proses Permesinan(MS73073)**
3. ()

Judul Tugas Akhir

**"SIFAT MEKANIK DAN KARAKTERISTIK MATERIAL  
BIOKOMPOSIT BOVINE HIDROKSIAPATIT (BHA)/AMPAS  
KOPI/SHELLAC"**



Surakarta, **2017-04-26 09:15:29**  
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

**DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT**  
NIP. **197106151998021002**

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

**SIFAT MEKANIK DAN KARAKTERISTIK MATERIAL BIOKOMPOSIT  
BOVINE HIDROKSIAPATIT (BHA)/AMPAS KOPI/SHELLAC**

Disusun Oleh

**ABU DZAR AL-GHIFARI**  
NIM : **114142001**

Dosen Pembimbing 1



**DR. JOKO TRIYONO, ST, MT**  
NIP. **196906251997021001**

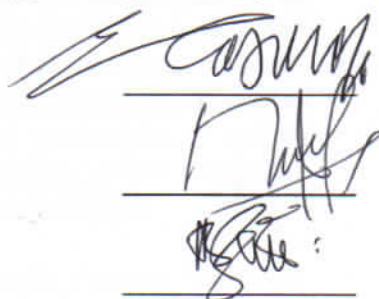
Dosen Pembimbing 2



**DR. ABU MASYKUR, SSI MSI**  
NIP. **197104261997021001**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **02-08-2017**, pukul **13:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

1. Dr. EKO SUROJO., ST,MT  
196904112000031006
2. DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT  
197003231998021001
3. HERU SUKANTO, ST,MT  
197207311997021001



Kepala Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta

**DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT**  
NIP. **197106151998021002**

Koordinator Tugas Akhir



**DR. NURUL MUHAYAT, ST, MT**  
NIP. **197003231998021001**

# **SIFAT MEKANIK DAN KARAKTERISTIK MATERIAL *BOVINE* HIDROKSIAPATIT BHA/AMPAS KOPI/*SHELLAC***

**Abu Dzar AL-Ghifari**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Indonesia

Email : [bujar.ghifar@gmail.com](mailto:bujar.ghifar@gmail.com)

## **Abstrak**

Patah tulang merupakan suatu kondisi dimana kontinuitas tulang hilang, baik bersifat lokal maupun sebagian. Hidroksiapatit dari tulang sapi dapat digunakan untuk memperbaiki, mengisi, mengganti tulang dan pemulihan jaringan gigi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik material yakni kekerasan, sifat kuat tekan, densitas dan porositas dari material BHA/ampas kopi/*shellac*. Penelitian ini akan dilakukan proses pemurnian hidroksiapatit dari tulang sapi bagian *femur* dengan proses kalsinasi suhu 700°C. HA murni yang telah dikalsinasi dicampur dengan serbuk ampas kopi dan larutan *shellac* kemudian dilakukan proses kompaksi dengan tekanan 974 MPa agar terbentuk spesimen dengan bentuk tablet. Spesimen BHA/ampas kopi/*shellac* tersebut disintering dengan suhu 1000°C untuk mengikat antar serbuk hidroksiapatit dan menghilangkan kandungan dari ampas kopi dan *shellac*. Hasil penelitian dari pengamatan SEM EDX menunjukkan adanya unsur anorganik berupa Ca dan P dengan intensitas tinggi serta Na, Mg, O dan C dengan intensitas rendah. Pengujian kuat tekan dan pengujian kekerasan menunjukkan bahwa semakin banyak campuran BHA akan semakin tinggi nilai yang didapatkannya, tetapi semakin sedikit porositas yang terbentuk. Dari ketiga hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa kandungan dari ampas kopi dan *shellac* telah menghilang secara sempurna ketika disintering dan hanya meninggalkan kandungan dari BHA.

Kata kunci: Bovine Hidroksiapatit, Compressive Strength, Density, Hardness, Porosity, SEM.

**MECHANICAL PROPERTIES AND CHARACTERISTICS OF  
MATERIAL BOVINE HIDROKSIAPATIT BHA/COFFEE  
GROUNDS/SHELLAC**

**Abu Dzar AL-Ghifari**

*Mechanical Engineering Department Sebelas Maret University Surakarta  
Indonesia*

*Email : [bujar.ghifar@gmail.com](mailto:bujar.ghifar@gmail.com)*

**Abstract**

*A fracture is a condition in which bone continuity is lost, either local or partial. Hydroxyapatite from bovine can be used to repair, replenish, change bone and restore dental tissue. The purpose of this research is to know the material characteristics of hardness, compressive strength, density and porosity of BHA/coffee grounds/shellac material. This research will be conducted purification process of hydroxyapatite from bovine of femur part with process of calcination of temperature 700 °C. Calcined pure HA was mixed with coffee grounds and shellac solution and then compacted with pressure of 974MPa to form specimen with tablet form. The BHA/coffee grounds/shellac specimens were sintered with a temperature of 1000 °C to bind between the hydroxyapatite powders and remove the content of the coffee grounds and shellac pulp. The result of observation of SEM EDX showed the presence of inorganic elements of Ca and P with high intensity and Na, Mg, O and C with low intensity. Testing of compressive strength and hardness testing indicates that the more BHA blends the higher the value it gets, but the less porosity was formed. From these three observations, the content of coffee grounds and shellac dregs has disappeared completely when sintered and leaving only the content of BHA.*

*Keywords: Bovine Hidroksiapatit, Compressive Strength, Density, Hardness, Porosity, SEM.*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrohim*, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan segala kemudahan-Nya hingga pada akhirnya penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Sifat mekanik dan karakteristik material biokomposit *bovine* hidroksiapatit (BHA)/ampas kopi/*shellac*”.

Berbagai pihak telah ikut berperan serta membantu penulis dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Joko Triyono, S.T., M.T., selaku pembimbing I Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
2. Bapak Dr. Abu Masykur, S.Si., M.Si., selaku pembimbing II Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan dan selalu memberikan motivasi kepada penulis.
3. Bapak, Ibu, dan Kakak yang tidak henti-hentinya memberikan doa, semangat, dan dukungannya sehingga Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Eko Surojo, S.T., M.T., Bapak Nurul Muhyat, S.T., M.T., Bapak Heru Sukanto, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
5. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
6. Bapak Dr. Nurul Muhyat, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
7. Bapak Teguh Triyono, S.T., M.Eng selaku Pembimbing Akademik.
8. Seluruh Dosen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, yang telah banyak memberikan ilmu dan pelajaran berharga.
9. Teman-teman riset Taufik, Camelia, Widianita, Ridho, Fathan, Afif, Junet, Hendra, Andhika, Ade Samsoni, Didi, Ari dkk lainnya yang senantiasa membantu dalam riset dan bekerjasama dalam sebuah tim.

10. Teman-teman penghibur Abdul Halim, Mayndi fathir, Davtian, Iqbal, Hikmah, Gibran, Galih Hidayatullah, Sarah Karimah dkk lainnya yang senantiasa selalu menyediakan waktu untuk menghibur ketika jenuh.
11. Teman- teman kontrakan Sabiq, Ramis, Fadhil, Natsir, Oky, Wildan dan Greg yang senantiasa selalu membantu dan menyemangati untuk bisa terlaksananya penelitian ini.
12. Semua pihak yang terkait dalam pembuatan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surakarta, Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	 <b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
 <b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	 <b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Hidroksiapatit .....	6
2.2.2 Tulang Sapi.....	7
2.2.3 <i>Shellac</i> .....	10
2.2.4 Kopi .....	10
2.2.5 Kalsinasi .....	11
2.2.6 <i>Sintering</i> .....	12
2.2.7 Uji Karaktersistik Material .....	13
2.2.8 Uji Kekerasan .....	14
2.2.9 Uji Kuat Tekan ( <i>Diametral Tensile Strength</i> ) .....	14
2.2.10 Uji Densitas dan Porusitas .....	15
2.2 Hipotesis.....	17



<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.2.1 Alat .....	18
3.2.2 Bahan .....	23
3.3 Prosedur Penelitian .....	24
3.3.1 Persiapan .....	24
3.3.2 Proses Homogenisasi .....	26
3.3.3 Proses Kompaksi .....	27
3.3.4 Proses <i>Sintering</i> .....	27
3.4 Variabel Penelitian .....	27
3.5 Tahap Pengujian .....	28
3.6 Tahap Analisa .....	28
3.7 Perencanaan Penelitian .....	29
3.8 Diagram Alir .....	30
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	 <b>31</b>
4.1 Pengaruh suhu kalsinasi .....	31
4.2 Hasil sintering <i>bovine hydroxyapatite</i> .....	32
4.3 Analisa Uji Kuat Tekan .....	34
4.4 Analisa Uji Kekerasan .....	35
4.5 Pengamatan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	36
4.5.1 Pengamatan Foto SEM .....	36
4.5.2 SEM EDX .....	41
4.6 Pengujian Densitas .....	43
4.7 Pengujian Porusitas .....	44
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 <b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>4</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi kerangka tulang sapi.....	8
Gambar 2.2 Tulang paha/ <i>femur</i> .....	9
Gambar 2.3 Tahapan proses sintering .....	13
Gambar 2.4 Ilustrasi pengukuran <i>vickers</i> .....	14
Gambar 2.5 Ilustrasi Uji kuat tekan .....	15
Gambar 2.6 Skema pengujian densitas .....	16
Gambar 3.1 Mortar dan Alu .....	18
Gambar 3.2 Gelas ukur .....	18
Gambar 3.3 Magnetic Stirrer.....	19
Gambar 3.4 Proses pemotongan tulang.....	19
Gambar 3.5 Mesin crusher .....	19
Gambar 3.6 Mesh.....	20
Gambar 3.7 Cetakan.....	20
Gambar 3.8 Timbangan digital .....	21
Gambar 3.9 Mesin Press .....	21
Gambar 3.10 Dapur pemanas/ <i>Furnace</i> .....	22
Gambar 3.11 <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	22
Gambar 3.12 Mesin Uji Kekerasan .....	22
Gambar 3.13 Mesin Uji Kuat Tekan .....	23
Gambar 3.14 Tulang sapi .....	23
Gambar 3.15 Ampas kopi .....	24
Gambar 3.16 <i>Shellac</i> .....	24
Gambar 3.17 Proses pemurnian Hidroksiapatit .....	25
Gambar 3.18 Proses pembuatan larutan <i>shellac</i> .....	26
Gambar 3.19 Proses pemurnian ampas kopi .....	26
Gambar 3.20 Diagram alir.....	30
Gambar 4.1 Warna serbuk tulang sapi .....	31
Gambar 4.2 Nilai pengujian <i>diameter tensile strength</i> (DTS) .....	34
Gambar 4.3 Nilai kekerasan microvickers .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisik dan kimia ampas kopi.....	11
Tabel 3.1 Variasi rasio perbandingan campuran.....	27
Tabel 4.1 Perubahan warna pada spesimen.....	32
Tabel 4.1 Perubahan warna pada spesimen (lanjutan) .....	33
Tabel 4.2 Foto SEM berbagai variasi campuran .....	36
Tabel 4.2 Foto SEM berbagai variasi campuran (lanjutan) .....	37
Tabel 4.2 Foto SEM berbagai variasi campuran (lanjutan) .....	38
Tabel 4.3 Spektrum SEM EDX.....	39
Tabel 4.3 Spektrum SEM EDX (lanjutan) .....	40